

AN: PAT 2000-665832  
TI: Ventilation cooling of a rotating electric machine such as a turbine generator by conducting gas warmed by the stator and rotor into a cooling system  
PN: DE10018642-A1  
PD: 02.11.2000  
AB: NOVELTY - The rotating electric machine of the invention includes internal machine gas-cooling systems, so that a cooling air channel is formed in every system and is subdivided into at least two channel sections in which currents are produced in two opposite directions. Dividing zones are located on the radial exterior of the stator of the machine and are subdivided into at least two sections in an axial direction, while connection channels connect the sections in the cooling systems.; USE - Cooling of a rotating electric machine.  
ADVANTAGE - Supplying sufficient volume of cooling air into cooling channels.  
PA: (HITA ) HITACHI LTD;  
IN: ABE Y; HATTORI K; KAIHO M; KIEDA S; MORI H; SENBA A; SHIOBARA R; SONOBE T;  
FA: DE10018642-A1 02.11.2000; DE10018642-C2 30.10.2003;  
JP2000308311-A 02.11.2000; US6359350-B1 19.03.2002;  
CO: DE; JP; US;  
IC: H02K-001/20; H02K-009/00; H02K-009/10; H02K-009/18;  
MC: V06-M13; X11-J06X;  
DC: V06; X11;  
PR: JP0106221 14.04.1999;  
FP: 02.11.2000  
UP: 07.11.2003

---



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Patentschrift  
⑯ DE 100 18 642 C 2

⑯ Int. Cl. 7:  
H 02 K 9/10

⑯ DE 100 18 642 C 2

⑯ Aktenzeichen: 100 18 642.4-32  
⑯ Anmeldetag: 14. 4. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 2. 11. 2000  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 30. 10. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Unionspriorität:  
11-106221 14. 04. 1999 JP

⑯ Patentinhaber:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑯ Vertreter:  
Beetz & Partner, 80538 München

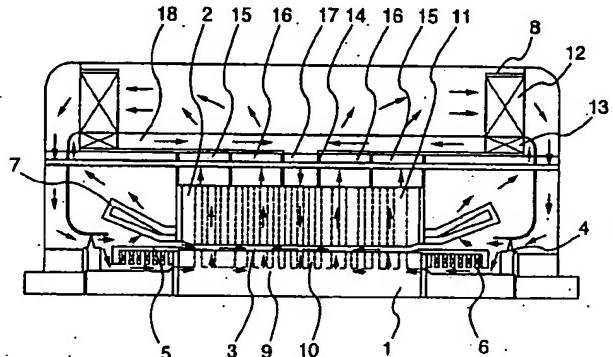
⑯ Erfinder:  
Kaiho, Masayuki, Tokio/Tokyo, JP; Mori, Hideaki, Tokio/Tokyo, JP; Kieda, Shigekazu, Tokio/Tokyo, JP; Sonobe, Tadashi, Tokio/Tokyo, JP; Shiobara, Ryoichi, Tokio/Tokyo, JP; Senba, Akitomi, Tokio/Tokyo, JP; Hattori, Kenichi, Tokio/Tokyo, JP; Abe, Yoshiaki, Tokio/Tokyo, JP

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	195 48 321 C1
DE	28 28 955 A1
DE	24 23 853 A1
DE	10 39 617 A
JP	51-61 307 A

⑯ Drehelektromaschine

⑯ Drehelektromaschine, mit einem Rotor (1), der an einer Drehwelle angebracht ist, einem den Rotor (1) umgebenden Stator (2), der in axialer Richtung in mehrere Abschnitte unterteilt ist, einem Kühlungskanal (3) mit axial gegenüberliegenden Endabschnitten, mehreren Verzweigungskühlungskanälen (11), die mit dem Kühlungskanal (3) in Verbindung stehen und zur axialen Richtung im wesentlichen senkrecht sind, Lüftern (4) zum Liefern von Kühlungsgas in den Kühlungskanal (3), die den Endabschnitten des Kühlungskanals gegenüber angeordnet sind, und einer Gaskühleinrichtung (8), die Gas, das sich nach dem Durchgang durch die mehreren im Stator (2) gebildeten Kanäle (11) erwärmt hat, in die Drehelektromaschine zurückleiten, wobei die Gaskühleinrichtung (8) Kanalabschnitte (12, 13) mit unterschiedlichen Strömungsrichtungen sowie Austrittsanschlüsse, durch die das Gas in unterschiedlichen Richtungen austritt, aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Gaskühleinrichtungen vorgesehen sind, in denen jeweils zueinander entgegengesetzte Gasströme erzeugt werden, ein Teilstrom der von den Lüftern (4) erzeugten Gasströmung in den Kühlungskanal (3) läuft, dann durch die Kanäle (11) in ersten und zweiten Abschnitten (15, 16) des Stators (2) und dann in jeweilige Hauptkanalabschnitte (12) der Gaskühleinrichtungen (8), und ein Teilstrom der von den Lüftern (4) erzeugten Gasströmung in jeweilige Hilfskanalabschnitte (13) der Gaskühleinrichtungen (8) in entgegengesetzter Flußrichtung zu der im jeweiligen Hauptkanalabschnitt (12) läuft, dann in Kanäle (11) in einem dritten Abschnitt (17) des Stators (2) und dann in den Kühlungskanal (3), wo er sich mit dem anderen Teilstrom vermischt.



DE 100 18 642 C 2

## Beschreibung

- [0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der Drehelektromaschinen wie etwa Turbinengeneratoren und insbesondere eine Kühlungsstruktur hierfür.
- [0002] Für die Ventilationskühlung einer hermetisch gekapselten Drehelektromaschine sind in einem Ventilationskanal Kühleinrichtungen installiert, wobei Gas, das nach der Kühlung eines Stators und eines Rotors erwärmt ist, durch den Ventilationskanal in die Kühleinrichtungen geleitet wird, um es wieder abzukühlen. Hierbei sind die Kühleinrichtungen im allgemeinen an Positionen angeordnet, die eine Links-Rechts-Symmetrie aufweisen, wie etwa aus JP-5-161307-A bekannt ist. Im Fall eines einzelnen Vorwärtstleitungssystems strömt Gas aus einem Mittelabschnitt der Drehelektromaschine und durch die Kühleinrichtungen und anschließend durch einen Lüfter, der das Gas beschleunigt, wobei der Rotor und der Stator kühlt werden, bevor das Gas in die Kühleinrichtungen zurückkehrt. Gemäß dem obengenannten Dokument befinden sich die Kühleinrichtungen über und in einem Abstand von dem Stator, wobei sie von den Spulenenden des Stators mittels einer Trennwand getrennt sind. Durch Anordnen der Kühleinrichtungen an diesen Positionen kann verhindert werden, daß Wasser, das durch die Kondensation in den Kühleinrichtungen entsteht, auf den Stator und auf das Spulenende des Stators tropft.
- [0003] In JP-5-161307-A wird jedoch das folgende Problem nicht betrachtet: In einer Drehelektromaschine mit großer Kapazität besitzen der Rotor und der Stator jeweils eine große axiale Länge; da in axialer Richtung eine gleichmäßige Temperaturverteilung anzustreben ist, entsteht das Problem, daß das Volumen der in den Ventilationskühlungskanal strömenden Kühlungsluft im axialen Mittelabschnitt unzureichend ist, so daß die Temperatur im axialen Mittelabschnitt höher als in einem axialen Endabschnitt ist.
- [0004] Aus der DE 24 23 853 A1 ist eine geschlossene elektrische Maschine bekannt. Sie weist mehrere parallele Luftkanäle auf, die achsparallel am Umsang der Maschine angeordnet sind und in gegensinniger Richtung von zu kührender Luft durchlaufen werden.
- [0005] Aus der DE 195 48 321 C1 ist eine Kühleinrichtung zur Kühlung von elektrischen Maschinen, insbesondere von Turbogeneratoren bekannt. Am einen axialen Ende sind Kühler für Kühlluft vorgesehen. Verschiedene Luftströme sammeln sich im Spalt zwischen Rotor und Stator.
- [0006] Aus der DE 10 39 617 A ist eine röhrengekühlte elektrische Maschine bekannt. Die DE-OS 28 28 955 beschreibt eine geschlossene elektrische Maschine.
- [0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Drehelektromaschine zu schaffen, bei der ein ausreichendes Volumen der in den Kühlungsluftkanal strömenden Kühlungsluft im axialen Mittelabschnitt sichergestellt werden kann und bei der die Temperatur in axialer Richtung gleichmäßig verteilt ist.
- [0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Drehelektromaschine nach Anspruch 1. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.
- [0009] Die erfindungsgemäße Drehelektromaschine besitzt interne Maschinengas-Kühleinrichtungen, wobei ein Kühlungsluftkanal, der in jeder der Maschinengas-Kühleinrichtungen gebildet ist, in wenigstens zwei Kanalabschnitte unterteilt ist, in denen Ströme in zwei zueinander entgegengesetzten Richtungen erzeugt werden. Ferner sind Teilzonen vorhanden, die sich an den radialen Außenseiten eines Stators der Drehelektromaschine befinden und in axialer Richtung in wenigstens zwei Abschnitte unterteilt sind, außerdem sind Verbindungskanäle vorhanden, die die Kanalabschnitte in den Kühleinrichtungen verbinden.

- [0010] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden deutlich beim Lesen der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen, die auf die Zeichnung Bezug nimmt; es zeigen:
- [0011] Fig. 1 eine Ansicht der Struktur einer Drehelektromaschine und zur Erläuterung der Strömung von Kühlungsgas gemäß einer ersten Ausführungsform;
- [0012] Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Verbindungskanals zwischen einem Stator und einer Kühleinrichtung in der Drehelektromaschine nach Fig. 1;
- [0013] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer Trennwand einer Gaskühleinrichtung in der Drehelektromaschine nach Fig. 1;
- [0014] Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Verbindungskanals zwischen einem Stator und einer Kühleinrichtung der Drehelektromaschine nach Fig. 1;
- [0015] Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts um eine Gaskühleinrichtung in einer Drehelektromaschine gemäß einer zweiten Ausführungsform;
- [0016] Fig. 6 eine perspektivische Ansicht eines Verbindungskanals zwischen einem Stator und einer Kühleinrichtung in der Drehelektromaschine nach Fig. 5;
- [0017] Fig. 7 eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts um eine Gaskühleinrichtung in einer Drehelektromaschine gemäß einer dritten Ausführungsform;
- [0018] Fig. 8 eine perspektivische Ansicht eines Verbindungskanals zwischen einem Stator und einer Kühleinrichtung in der Drehelektromaschine nach Fig. 7;
- [0019] Fig. 9 eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts um eine Gaskühleinrichtung in einer Drehelektromaschine gemäß einer vierten Ausführungsform;
- [0020] Fig. 10 eine perspektivische Ansicht eines Verbindungskanals zwischen einem Stator und einer Kühleinrichtung in der Drehelektromaschine nach Fig. 9;
- [0021] Fig. 11 eine Querschnittsansicht zur Erläuterung der Luftgeschwindigkeitsverteilungen in einem ersten Abschnitt und in einem zweiten Abschnitt im Stator der Drehelektromaschine; und
- [0022] Fig. 12 eine perspektivische Ansicht zur Erläuterung der Struktur einer Drehelektromaschine gemäß einer fünften Ausführungsform und zur Erläuterung der Strömung von Kühlungsgas.
- [0023] Zunächst wird mit Bezug auf die Fig. 1 bis 4 eine erste Ausführungsform der Erfindung erläutert. Fig. 1 zeigt eine Struktur einer Drehelektromaschine gemäß der ersten Ausführungsform sowie die Strömung von Kühlungsgas.
- [0024] Am Mittelabschnitt einer Drehwelle ist ein Rotor 1 befestigt. Eine Gasströmung, die von Lüfern 4, die beiderseits des Rotors 1 angebracht sind, erzeugt wird, wird in zwei Ströme unterteilt, wovon einer nach seinem Durchgang durch Zwischenräume zwischen Halteringen 5 und Statorspulenenden 6, die an den gegenüberliegenden Seiten der Drehelektromaschine vorgeschen sind, in einen Luftsput 3 verläuft und der andere in Zwischenräume zwischen den Rotor spulenenden 6, die durch Halteringe gepreßt werden, und der Drehwelle verläuft. Der letztgenannte Strom strömt durch untere Schlitze 9 und durch radiale Rohre 10, die im Rotor 1 ausgebildet sind, um in den Rotor 1 eingeleitet zu werden, und anschließend in den Luftsput 3, um sich mit dem erstgenannten Strom zu vermischen. Nach dieser Vermischung strömt das Gas durch einen Kühlungskanal 11 in einen Stator 2, wobei es den Stator 2 kühl, und anschließend durch erste und zweite Statorabschnitte 15, 16, die durch Trennwände 14 unterteilt sind und Zonen im radial äußeren Abschnitt des Stators bilden, und schließlich in Hauptkanalabschnitte 12 von Gaskühleinrichtungen 8 der Drehelektromaschine (die im folgenden als "Maschinengas-Kühleinrichtungen" bezeichnet werden).

[0025] Das Gas, das sich nach der Kühlung des Rotors 1, des Stators 2 und dergleichen erwärmt hat, strömt aus dem axialen Mittelabschnitt durch Hauptkanalabschnitte 12 der Maschinengas-Kühleinrichtungen 8 nach außen, um gekühlt zu werden, bevor es erneut zu den Lüftern 4 zurückkehrt. Weiterhin verlaufen Teile des Stroms, der durch den Spalt zwischen den Halteringen 5 und den Spulenenden 7 des Stators verläuft, durch die Spulenenden 7 des Stators, ohne zum Luftspalt 3 gelenkt zu werden, und anschließend in Hilfskanalabschnitte 13 der Maschinengas-Kühleinrichtungen 8. Danach bilden sic Ströme von den axialen Außenseiten der Kanalabschnitte 13 der Kühleinrichtungen 8 zum Mittelabschnitt und werden gekühlt. Das durch die Kanalabschnitte 13 der Kühleinrichtungen gekühlte Gas strömt durch Stator/Kühleinrichtung-Verbindungskanäle 18, die die Kanalabschnitte 13 der Maschinengas-Kühleinrichtungen mit einem dritten Abschnitt 17 des Stators verbinden, und in den dritten Abschnitt 17 des Stators. Das Gas, das den dritten Abschnitt 17 des Stators gekühlt hat, strömt in den Kühlungskanälen 11 im Stator radial einwärts und wird dann in den Luftspalt 3 eingeleitet, bevor es sich mit den Strömen vermischt, die von den radialen Rohren 10 im Rotor 1 eingeleitet werden. Danach strömt das vermischte Gas durch den Luftspalt 3 aus dem axialen Mittelabschnitt und in den Kühlungskanälen 11 im Stator radial auswärts, bevor es in die zweiten Abschnitte 16 des Stators eintritt.

[0026] Der Hauptkanalabschnitt 12 jeder der Maschinengas-Kühleinrichtungen 8 ist vorzugsweise von den Kanalabschnitten 13 der Maschinengas-Kühleinrichtungen im Hinblick auf die Kanalstruktur getrennt, so daß die hindurchlaufenden Ströme sich nicht miteinander vermischen können, wodurch der Kühlungswirkungsgrad erhöht wird. Nun wird die Trennung der Kanalabschnitte voneinander mit Bezug auf die Fig. 2 und 3 erläutert. Fig. 2 ist eine Struktursicht, die einen Einblick in die Maschinengas-Kühleinrichtung 8 gemäß dieser Ausführungsform gewährt, während Fig. 3 eine Ansicht einer beispielhaften Struktur einer in Fig. 2 gezeigten Trennwand 25 ist.

[0027] Kühlwasser strömt von einer Hauptkühlungsrohrleitung 26 zur Einlaßseite der Maschinengas-Kühleinrichtung 8, verzweigt von einem einlaßseitigen Verteiler 22 in mehrere Hilfskühlungsrohrleitungen 23 und wird dann an einem auslaßseitigen Sammler 22 gesammelt, bevor es in die Hauptkühlungsrohrleitung 26 an der Auslaßseite strömt.

[0028] Die Hilfsrohrleitungen 23 sind an der Maschinengas-Kühleinrichtung über dünne Kühlrippenplatten 24 für die Kühlung des durch die Maschinengas-Kühleinrichtung 8 strömenden Gases befestigt. Eine kammähnliche Trennwand 25, die in Fig. 3 gezeigt ist, ist in der Gaskühleinrichtung 8 der Drehelektromaschine angebracht. Die Gaskühleinrichtung 8 in der Drehelektromaschine ist in den oberen Kühleinrichtung-Hauptkanalabschnitt 12 und in den unteren Kühleinrichtung-Hilfskanalabschnitt 13 unterteilt. An der äußeren Oberfläche der Trennwand 25 kann eine Wärmeisolationsplatte angebracht sein, um die Kühlungswirkungsgrade des Kühleinrichtung-Hauptkanalabschnitts 12 und des Kühleinrichtung-Hilfskanalabschnitts 13 zu erhöhen, alternativ kann die Trennwand 25 selbst aus einem Werkstoff mit hohem Wärmeisolationsvermögen hergestellt sein.

[0029] Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht des Stator/Kühleinrichtung-Verbindungskanals 18, der die Gaskühleinrichtung 8 in der Drehelektromaschine mit dem dritten Abschnitt 17 im Stator verbindet.

[0030] Wie gezeigt, sind ein Verbindungsabschnitt zwischen dem Stator/Kühleinrichtung-Verbindungskanal 18 und dem Hilfskanalabschnitt 13 der Kühleinrichtung und ein Verbindungsabschnitt zwischen dem Stator/Kühleinrichtung-Verbindungsabschnitt 18 und dem dritten Abschnitt 17

des Stators erweitert, die übrigen Abschnitte sind jedoch als dünne Rohrleitung ausgebildet. Bei dieser Anordnung ist der Strömungswiderstand für das von den ersten und zweiten Abschnitten 15, 16 des Stators nach oben strömende Gas gering. Das Gas in der Drehelektromaschine strömt durch den ersten Abschnitt 15 und den zweiten Abschnitt 16 im Stator, die in der radial äußeren Zone des Stators 2 durch Trennwände 14 voneinander getrennt sind, und anschließend in den Kühleinrichtung-Hauptkanalabschnitt 12 in der Gaskühleinrichtung 8 der Drehelektromaschine. Das von den ersten und zweiten Abschnitten 15, 16 des Stators nach oben strömende Gas kühlst den Stator 2, den Rotor 1 usw., wobei es sich erwärmt, anschließend strömt das erwärmte Gas in diese Zone, so daß der Stator/Kühleinrichtung-Verbindungskanal 18, in den das Gas von der Maschinengas-Kühleinrichtung 8 strömt, vorzugsweise mit einem Wärmeisolationsmaterial umwickelt wird. Durch diese Anordnung ist es möglich, den axialen Mittelabschnitt der Drehelektromaschine mit hoher Genauigkeit zu kühlen. Weiterhin kann eine Zunahme des Ventilationswiderstandes, die durch die Anordnung der Verbindungskanäle hervorgerufen wird, minimiert werden, so daß eine Absenkung des gesamten Kühlungsluftvolumens verhindert werden kann.

[0031] Nun wird mit Bezug auf die Fig. 5 und 6 eine zweite Ausführungsform erläutert. Fig. 5 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts um eine Gaskühleinrichtung in der Drehelektromaschine der zweiten Ausführungsform, während Fig. 6 eine perspektivische Ansicht ist, die einen Stator/Kühleinrichtung-Verbindungskanal 18 in der Drehelektromaschine der zweiten Ausführungsform zeigt.

[0032] In der zweiten Ausführungsform ist die Gaskühleinrichtung 8 der Drehelektromaschine in drei Kanalabschnitte unterteilt, d. h. einen Strömungskanalabschnitt, der sich im Mittelabschnitt befindet und als Kühleinrichtung-Hauptkanalabschnitt 12 dient, und zwei Kanalabschnitte, die sich in den gegenüberliegenden Seitenabschnitten befinden und als Kühleinrichtung-Hilfskanalabschnitte 13 dienen. Das Gas, das sich durch das Spulenende 7 des Stators bewegt hat, strömt durch die durch Einlaßtrennwände 20 in der Kühleinrichtung definierten Kanäle, ohne durch den Stator hindurchzutreten, und dann in den Kühleinrichtung-Hilfskanalabschnitt 13 in der Maschinengas-Kühleinrichtung 8. Das aus dem Kühleinrichtung-Hilfskanalabschnitt 13 ausströmende Gas strömt in den Stator/Kühleinrichtung-Verbindungsabschnitt 18, der durch Trennwände 19 des Verbindungskanals definiert ist, und anschließend in den durch Trennwände 14 definierten dritten Abschnitt 17 des Stators.

[0033] Andererseits strömt Gas vom ersten Abschnitt 15 und vom zweiten Abschnitt 16, die durch Trennwände 14 definiert sind, nach oben durch eine Zone zwischen den Trennwänden 19 des Verbindungskanals und anschließend in den Kühleinrichtung-Hauptkanalabschnitt 12. Das durch den Kühleinrichtung-Hauptkanalabschnitt 12 strömende Gas erzeugt einen Strom in einer Richtung, die zur Strömungsrichtung des Gases in dem Kühleinrichtung-Hilfskanalabschnitt 13 entgegengesetzt ist, und wird dann in der Kühleinrichtung gekühlt. Anschließend strömt dieses Gas aus dem Kühleinrichtung-Hauptkanalabschnitt 12 und wird zum Lüfter 4 gelenkt.

[0034] Bei dieser Anordnung ist der Strömungswiderstand für das vom ersten Abschnitt 15 und vom zweiten Abschnitt 16 des Stators nach oben strömende Gas äußerst gering. Daher kann in den axialen Mittelabschnitt des Stators 2 kaltes Gas eingeleitet werden, ohne den Gesamtventilationswiderstand zu erhöhen. Es wird angemerkt, daß dünne Kühlplatten 24 in der Gaskühleinrichtung 8 der Drehelektromaschine anstelle der in Fig. 2 gezeigten dicken Kühlwände 25 verwendet werden können, um die Maschinengas-

Kühleinrichtung 8 in seitlicher Richtung zu trennen. Auf die äußeren Oberflächen der dünnen Kühlungsplatten, die anstelle der Trennwand 25 verwendet werden, können Wärmeisolationsmaterialien aufgebracht werden, um den Wärmeisolationsgrad zu erhöhen.

[0035] Nun wird mit Bezug auf die Fig. 7 und 8 eine dritte Ausführungsform erläutert. Fig. 7 ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts um eine Maschinengas-Kühleinrichtung der dritten Ausführungsform, während Fig. 8 eine perspektivische Ansicht eines Stator/Kühleinrichtung-Verbindungskanals 18 in dieser Kühleinrichtung ist.

[0036] In dieser Ausführungsform ist die Maschinengas-Kühleinrichtung 8 in einen oberen und einen unteren Kanalabschnitt unterteilt, wobei der untere Kanalabschnitt als Kühleinrichtung-Hauptkanalabschnitt 12 verwendet wird und der obere Kanalabschnitt als Kühleinrichtung-Hilfskanalabschnitt 13 verwendet wird. Das Gas strömt in ähnlicher Weise wie in Verbindung mit der zweiten Ausführungsform erläutert. Da in dieser Anordnung für das vom ersten Abschnitt 15 und vom zweiten Abschnitt 16 des Stators nach oben strömende Gas kein Widerstand vorhanden ist, kann kaltes Gas in den axialen Mittelabschnitt des Stators gelenkt werden, ohne den Gesamtventilationswiderstand zu erhöhen. In dieser Ausführungsform ist die Trennungsrichtung der Maschinengas-Kühleinrichtung 8 derjenigen der ersten Ausführungsform ähnlich, weshalb eine Trennwand 25 ähnlich wie in Fig. 2 gezeigt an einer vorgegebenen Position angeordnet werden muß.

[0037] Nun wird mit Bezug auf die Fig. 9 und 10 eine vierte Ausführungsform erläutert. Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts um eine Maschinengas-Kühleinrichtung 8 gemäß dieser Ausführungsform, während Fig. 10 eine perspektivische Ansicht eines Stator/Kühleinrichtung-Verbindungskanals 18 in dieser Ausführungsform ist.

[0038] Diese Ausführungsform stimmt mit der obenerläuterten zweiten Ausführungsform überein, mit der Ausnahme, daß ein Kanalabschnitt, der im Mittelabschnitt angeordnet ist, als Kühleinrichtung-Hilfskanalabschnitt 13 verwendet wird, während die beiden in gegenüberliegenden Seitenabschnitten angeordneten Kanalabschnitte als Kühleinrichtung-Hauptkanalabschnitt 12 verwendet werden. Das Gas strömt in der gleichen Weise wie in Verbindung mit der zweiten Ausführungsform erläutert. In dieser Anordnung ist der Widerstand für das vom ersten Abschnitt 15 und vom zweiten Abschnitt 16 des Stators nach oben strömende Gas erniedrigt. Daher kann in den axialen Mittelabschnitt des Stators 2 kaltes Gas eingeleitet werden, ohne den Gesamtventilationswiderstand zu erhöhen. In dieser Ausführungsform ist die Trennungsrichtung der Maschinengas-Kühleinrichtung 8 derjenigen der zweiten Ausführungsform ähnlich, weshalb keine Trennwand 25 angebracht werden muß.

[0039] Die Maschinengas-Kühleinrichtung 8 in jeder der obenerläuterten Ausführungsformen besitzt eine Struktur, bei der Kühlwasser in horizontaler Richtung strömt, während die dünnen Kühlplatten 24 vertikal angeordnet sind. Die Erfindung ist jedoch nicht auf eine derartige Struktur eingeschränkt, sondern kann auch auf den Fall einer Maschinengas-Kühleinrichtung 8 angewendet werden, in der Kühlwasser in vertikaler Richtung strömt, während die dünnen Kühlplatten 24 horizontal angeordnet sind. In diesem Fall ist die Trennwand 25 in der zweiten und in der vierten Ausführungsform erforderlich, in der ersten und in der dritten Ausführungsform ist sie jedoch nicht erforderlich.

[0040] Fig. 11 ist eine Querschnittsansicht zur Erläuterung der Luftgeschwindigkeitsverteilung im ersten Abschnitt 15 und im zweiten Abschnitt 16 des Stators gemäß der Erfindung. Wie in Fig. 11 gezeigt ist, strömt Kühlungsgas, das aus dem Stator-Kühlungskanal 11 im unteren Ab-

schnitt ausgeströmt ist, nach oben und teilt sich in einen linken und einen rechten Strom auf, wobei die Luftgeschwindigkeitsverteilung derart ist, daß die Luftgeschwindigkeit auf den gegenüberliegenden Seiten höher als im Mittelabschnitt ist. Was daher den Widerstand für das vom ersten Abschnitt 15 und vom zweiten Abschnitt 16 des Stators nach oben strömende Gas betrifft, ist der Widerstand in der dritten Ausführungsform am niedrigsten. Ferner ist der Widerstand in der ersten und in der vierten Ausführungsform niedriger als in der zweiten Ausführungsform.

[0041] Fig. 12 ist eine Ansicht einer Drehelektromaschine gemäß einer fünften Ausführungsform und zur Erläuterung der Strömung des Kühlungsgases in dieser Drehelektromaschine.

[0042] In dieser Ausführungsform ist die äußere Zone des Stators 2 in sieben Zonen unterteilt, die erste linke und rechte Statorabschnitte 15 bis dritte linke und rechte Statorabschnitte 17 sowie einen vierten Abschnitt 21 umfassen, wobei die Hilfskanalabschnitte 13 in den linken und rechten Kühleinrichtungen 8 mit den dritten linken bzw. rechten Statorabschnitten 17 verbunden sind. Die Kühleinrichtung-Hilfskanalabschnitte 13 können mit mehreren Zonen außerhalb des Stators 2 verbunden sein, wie in dieser Ausführungsform erläutert wird, wenn die Drehelektromaschine eine große Kapazität und insbesondere eine große axiale Länge besitzt.

[0043] Es wird angemerkt, daß die Eckabschnitte der Komponenten wie etwa des Stator/Kühleinrichtung-Verbindungsabschnitts 18 und dergleichen in sämtlichen Ausführungsformen abgerundet sind, um den Ventilationswiderstand im Verbindungskanal und dergleichen zu reduzieren, so daß der Gesamtwiderstand verringert werden kann und eine Drehelektromaschine mit hohem Kühlungswirkungsgrad geschaffen werden kann.

[0044] In der Drehelektromaschine der Erfindung kann kaltes Gas von den Gaskühleinrichtungen direkt in den axialen Mittelabschnitt des Stators eingeleitet werden, so daß die Temperaturverteilung in axialer Richtung der Drehelektromaschine gleichmäßig gemacht werden kann und eine Drehelektromaschine mit hohem Ventilationskühlungsvermögen geschaffen werden kann.

#### Patentansprüche

1. Drehelektromaschine, mit einem Rotor (1), der an einer Drehwelle angebracht ist, einem den Rotor (1) umgebenden Stator (2), der in axialer Richtung in mehrere Abschnitte unterteilt ist, einem Kühlungskanal (3) mit axial gegenüberliegenden Endabschnitten, mehreren Verzweigungskühlungskanälen (11), die mit dem Kühlungskanal (3) in Verbindung stehen und zur axialen Richtung im wesentlichen senkrecht sind, Lüftern (4) zum Liefern von Kühlungsgas in den Kühlungskanal (3), die den Endabschnitten des Kühlungskanals gegenüber angeordnet sind, und einer Gaskühleinrichtung (8), die Gas, das sich nach dem Durchgang durch die mehreren im Stator (2) gebildeten Kanäle (11) erwärmt hat, in die Drehelektromaschine zurückleiten, wobei die Gaskühleinrichtung (8) Kanalabschnitte (12, 13) mit unterschiedlichen Strömungsrichtungen sowie Austrittsanschlüsse, durch die das Gas in unterschiedlichen Richtungen austritt, aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Gaskühleinrichtungen vorgesehen sind, in denen jeweils zueinander entgegengesetzte Gasströme erzeugt werden,

ein Teilstrom der von den Lüftern (4) erzeugten Gasströmung in den Kühlungskanal (3) läuft, dann durch die Kanäle (11) in ersten und zweiten Abschnitten (15, 16) des Stators (2) und dann in jeweilige Hauptkanalabschnitte (12) der Gaskühlleinrichtungen (8), und  
ein Teilstrom der von den Lüftern (4) erzeugten Gasströmung in jeweilige Hilfskanalabschnitte (13) der Gaskühlleinrichtungen (8) in entgegengesetzter Fließrichtung zu der im jeweiligen Hauptkanalabschnitt (12) läuft, dann in Kanäle (11) in einem dritten Abschnitt (17) des Stators (2) und dann in den Kühlungskanal (3), wo er sich mit dem anderen Teilstrom vermischt.

2. Drehelektromaschine nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Verbindungskanäle (18), die die Hilfskanalabschnitte (13) der Gaskühlleinrichtungen (8) mit dem dritten Abschnitt (17) des Stators (2) verbinden.

3. Drehelektromaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlungskanal (3) ein Spalt zwischen Stator (2) und Rotor (1) ist.

4. Drehelektromaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gaskühlleinrichtungen (8) wassergekühlt sind.

5. Drehelektromaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Abschnitt (17) des Stators (2) ein axial in der Mitte des Stators liegender Abschnitt ist.

6. Drehelektromaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Abschnitt (17) des Stators zwei Abschnitte aufweist, die axial neben der Mitte des Stators liegen.

7. Drehelektromaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Gaskühlleinrichtungen (8) vorgesehen sind, die axial voneinander abstandet sind.

5

30

35

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

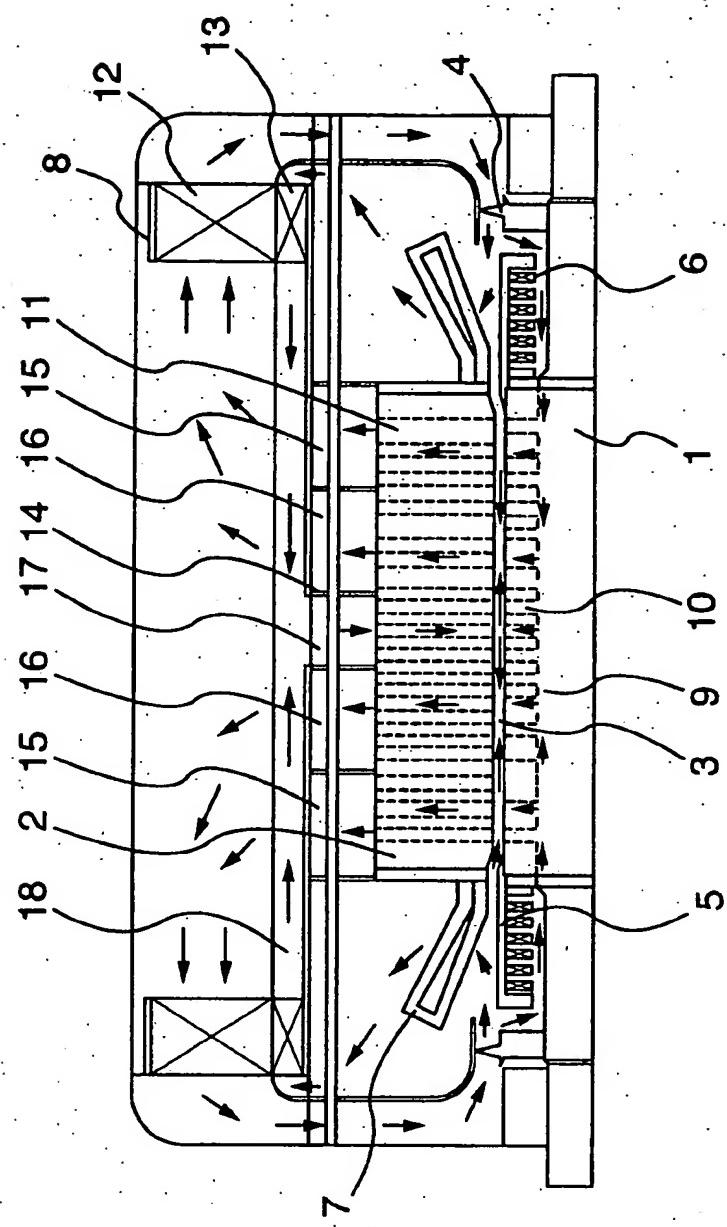
**FIG. 1**

FIG. 2

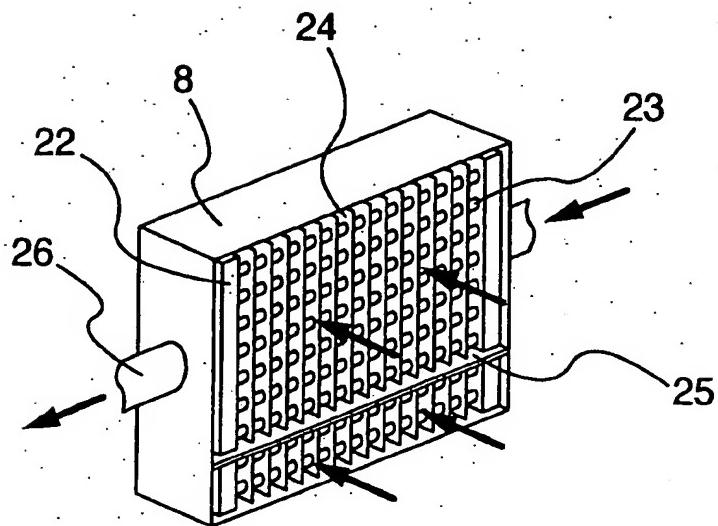


FIG. 3

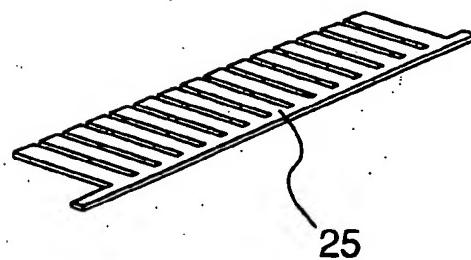


FIG. 4

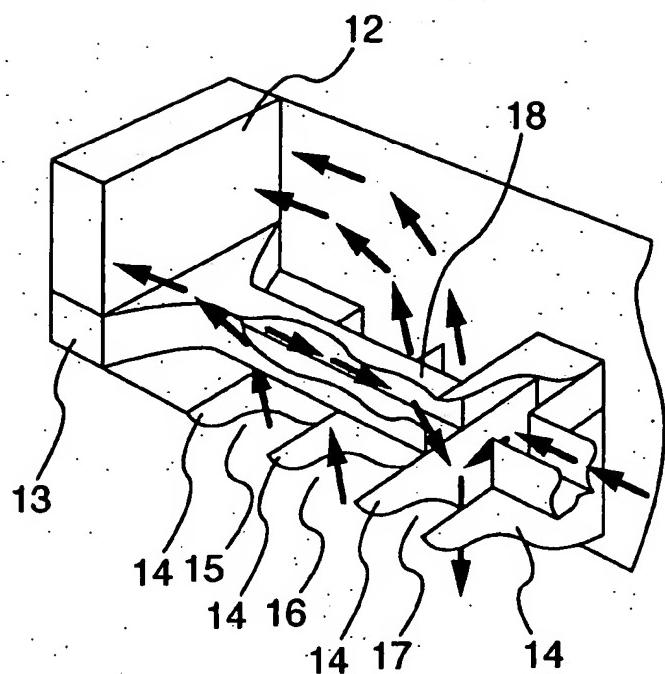


FIG. 5

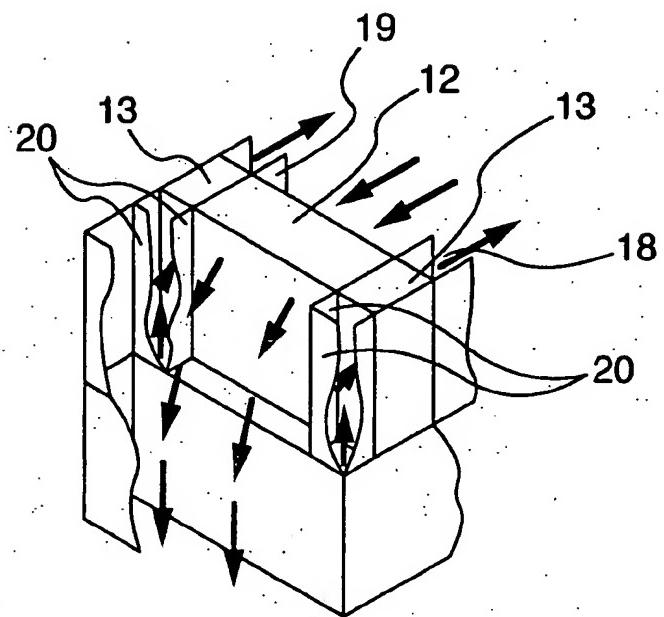


FIG. 6

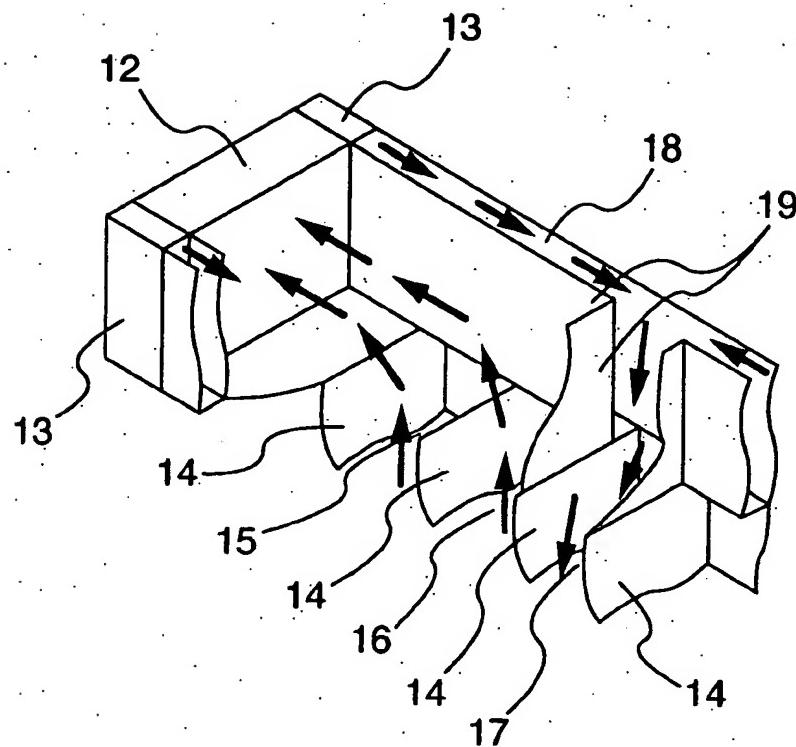


FIG. 7

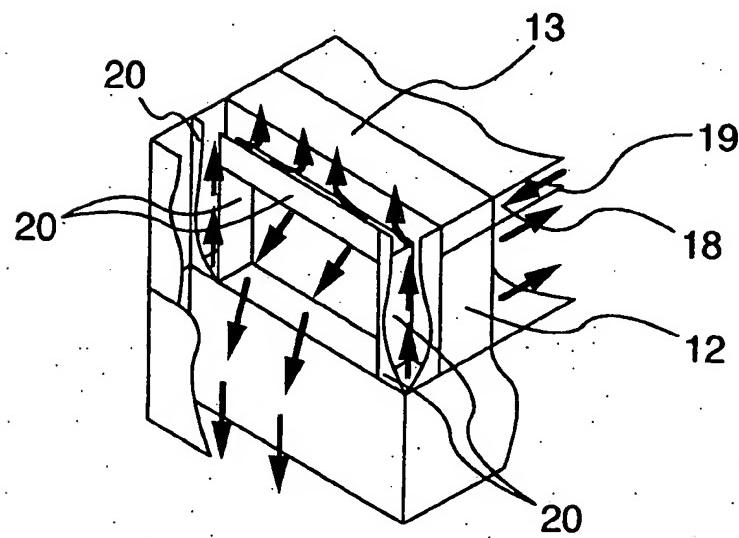


FIG. 8

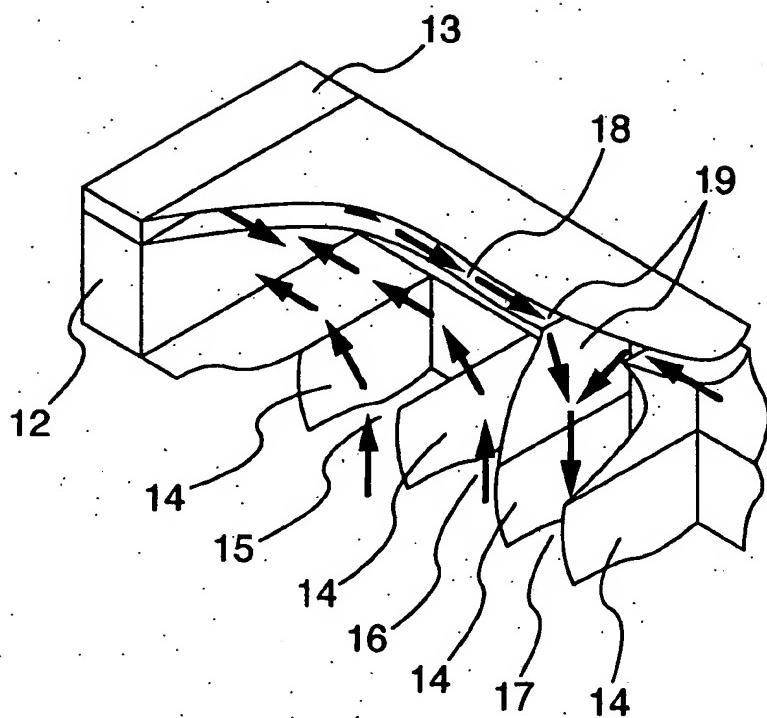


FIG. 9

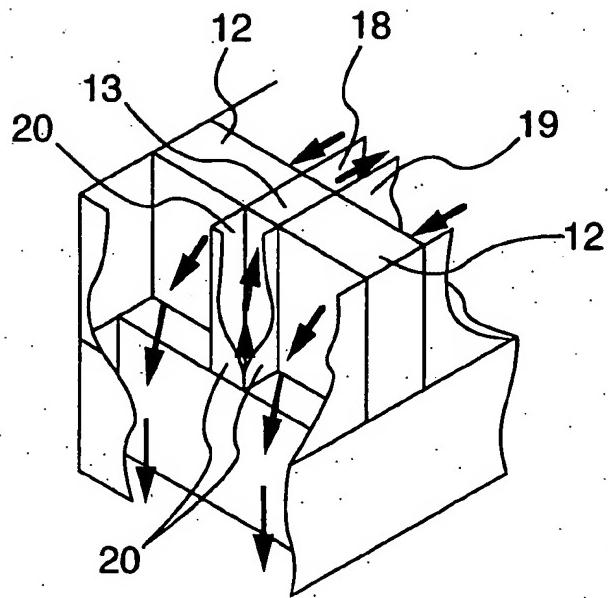


FIG. 10

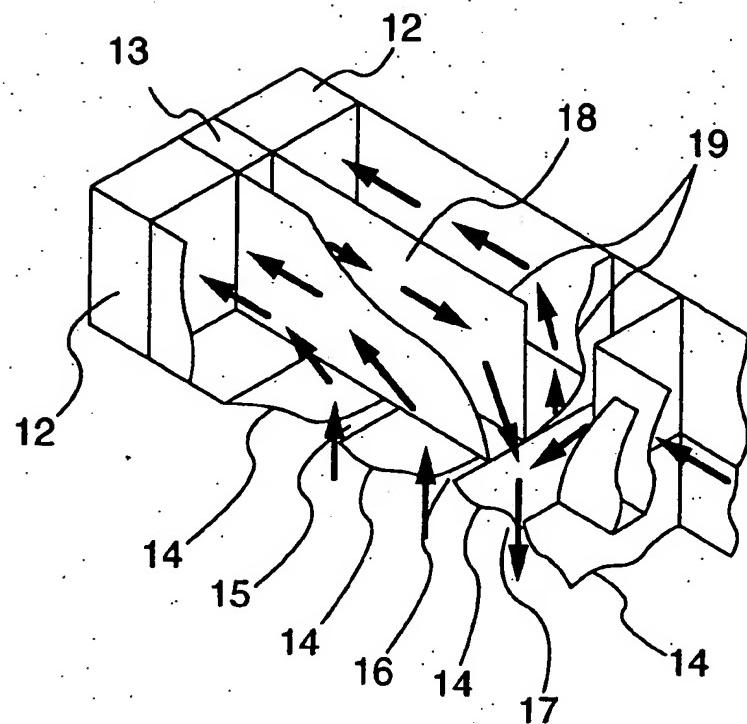


FIG. 11

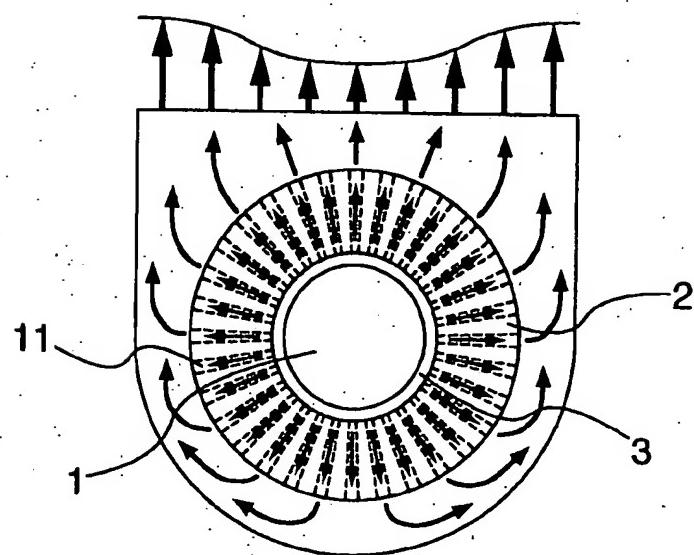


FIG. 12

